

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-234579

(43)Date of publication of application : 09.09.1997

(51)Int.Cl.

B23K 26/06
H01S 3/13

(21)Application number : 08-069394

(71)Applicant : SEMICONDUCTOR ENERGY LAB CO
LTD

(22)Date of filing : 28.02.1996

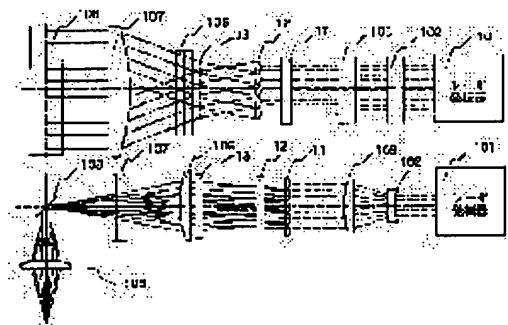
(72)Inventor : YAMAZAKI SHUNPEI
TANAKA KOICHIRO
TERAMOTO SATOSHI

(54) LASER BEAM IRRADIATING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To increase uniformity of annealing for a large area semiconductor film by using a linear laser beam.

SOLUTION: Homogenizers, which control an irradiating energy density in the longitudinal direction of a laser beam which is worked to a linear and irradiates a face to be irradiated, are arranged with two each as shown by 12, 12. Further, the homogenizer, which controls an irradiating energy density in the width direction of linear laser beam is set with one each as shown by 11. By this method, uniformity of laser beam can be obtained with the minimum number of homogenizers.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

26.02.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Laser radiation equipment which it is equipment which irradiates a linear laser light, A homogenizers corresponding to the cross direction of a linear laser light are arranged, and B homogenizers corresponding to the longitudinal direction of a linear laser light are arranged, and is characterized by being $A < B$.

[Claim 2] It is laser radiation equipment characterized by the number of $A+B$ being odd in claim 1.

[Claim 3] Laser radiation equipment which is equipment which irradiates a linear laser light and is characterized by the number of the homogenizers which control the exposure energy density in the cross direction of a linear laser light differing from the number of the homogenizers which control the exposure energy density in the longitudinal direction of a linear laser light.

[Claim 4] Laser radiation equipment characterized by being equipment which irradiates a linear laser light and the total of a homogenizer being odd pieces.

[Claim 5] Laser radiation equipment characterized by more than the number of the homogenizers with which the number of the homogenizers which control the exposure energy density in the longitudinal direction of a linear laser light controls the exposure energy density in the cross direction of a linear laser light in claim 4.

[Translation done.]

NOTICES

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Invention indicated on these specifications relates to the irradiation equipment of the laser light which raised the homogeneity within an exposure side.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the crystalline silicon film is formed on a glass substrate, and the technique which constitutes a thin film transistor using this crystalline silicon film is known.

[0003] As an approach of obtaining the crystalline silicon film, first, membranes are formed as a plasma-CVD method is also about the amorphous silicon film, and laser light is further irradiated to this amorphous silicon film, and the technique which carries out conversion to the crystalline silicon film is known.

[0004] Moreover, the annealing approach by the exposure of this laser light is used also in annealing to the source and the drain field of a thin film transistor which were formed in self align.

[0005] Although the approach by the exposure of laser light is the technique in which high crystallinity can be acquired, processing a large area has the problem of being disadvantageous.

[0006] However, when producing the liquid crystal display of the active-matrix mold which has a large area by one side, the present condition is that there is no effective means in addition to the approach of using the above-mentioned laser light.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

[0008] Invention indicated on these specifications is a technical problem and **** about offering the technique which can irradiate laser light with high homogeneity to a large area. Moreover, let it be a technical problem to offer the technique of obtaining the crystalline silicon film which has a large area using such a laser light.

[0009] Moreover, let it be a technical problem to offer the technique which can be performed as it is also at high homogeneity about various annealing by the exposure of the laser light to the semiconductor device formed on the substrate which has a large area.

[0010]

[Means for Solving the Problem] According to research of this invention persons, it is clear that the following approaches are effective as the approach of annealing of the silicon film which has a large area. This approach is the approach of irradiating, while die length carries out beam processing of the laser light optically by width of face of several mm to the line which is dozens of cm and this linear laser light is scanned crosswise [that].

[0011] According to this approach, laser light to a large area can be irradiated by one scan. This approach is excellent in respect of the homogeneity of working efficiency or radiation effects as compared with the approach of irradiating, while scanning the spot of several cm angle in the former sequentially.

[0012] However, there is a problem that the heterogeneity of the laser radiation consistency in the longitudinal direction of a linear laser beam tends to become remarkable.

[0013] this -- a line -- it is thought to the longitudinal direction of a beam that a cause is to expand the laser beam of several cm width of face oscillated from oscillation equipment by optical system to dozens of cm.

[0014] on the other hand -- a line -- in the cross direction of a beam, since the laser beam of several cm width of face will be narrowed down to several mm, especially the heterogeneity of the cross direction does not pose a problem.

[0015] The outline of the equipment for irradiating this linear laser beam is shown in drawing 4 . The lens systems 102 and 103 for processing optically into a predetermined laser beam the laser light oscillated from the oscillation equipment 101 which oscillates a KrF excimer laser, and laser oscillation equipment 101 are shown in drawing 4 .

[0016] Moreover, incidence of the laser beam from the lens system which consists of this 102 and 103 is carried out to the homogenizers 81 and 82 which make energy density distribution equalize.

[0017] Furthermore, incidence of the laser beam from these two homogenizers 81 and 82 is carried out to the lens 106 for completing a beam crosswise [of the laser light finally processed into a line].

[0018] Moreover, a laser beam is expanded to the longitudinal direction of a linear laser light with a lens 107. In drawing, although not indicated like, the laser beam which was expanded so greatly as compared with the original beam and which has the dimension of several cm is expanded to dozens of cm in fact.

[0019] Furthermore, it is reflected by the mirror 108, it converges with a lens 109 further, and a laser beam is irradiated by the irradiated plane 100 as a linear laser light.

[0020] In such a configuration, HOJINAIZA 80 and 81 controls distribution of the exposure energy density of the laser beam irradiated.

[0021] The homogenizer 80 has the function which controls distribution of the exposure energy density in the cross direction of a linear laser beam. Moreover, the homogenizer 81 has the function which controls distribution of the exposure energy density in the longitudinal direction of a linear laser beam.

[0022] Such a configuration is a thing in the case of forming a square and a circular laser beam fundamentally. That is, in the laser beam finally irradiated, when a difference does not have so much the component of the beam pattern in the shaft orientations which intersect perpendicularly, it is an effective configuration. As a well-known example of such a configuration, it is the United States patent official report 4,733,944th. The configuration indicated by the number official report is known. It is an example when the beam pattern in the shaft orientations shaft orientations and the configuration indicated by this United States patent official report also cross at right angles is symmetrical.

[0023] However, when irradiating a linear laser beam, the longitudinal direction differs in the cross-section configuration of a beam remarkably from the cross direction. Therefore, in the longitudinal direction and the cross direction of a beam, the conditions of the distribution control of exposure energy density called for differ.

[0024] That is, the variation in the exposure energy density in the cross direction of a linear laser light hardly poses a problem from the width of face being narrow. However, distribution of the exposure energy density in the longitudinal direction of a laser light linear by one side poses a big problem by the dimension being extended greatly. That is, the control means of the exposure energy density distribution needed differ in each direction.

[0025] Invention indicated on these specifications is performed based on the above-mentioned knowledge. The fundamental configuration of invention indicated on these specifications is characterized by making [many] it as compared with the number of mono-JINAIZA which controls distribution of exposure energy-density ** [in / for the number of the homogenizers which control distribution of the exposure energy density in the longitudinal direction of a linear laser light / the cross direction of a linear laser light].

[0026] By doing in this way, the laser radiation equipment which can acquire the homogeneity of annealing needed using an expensive homogenizer effectively can be obtained.

[0027] One of the invention indicated on these specifications is equipment which irradiates a linear laser light, A= 1 homogenizer 11 corresponding to the cross direction of a linear laser light is arranged, B= 2 homogenizers 12 and 13 corresponding to the longitudinal direction of a linear laser light are arranged, and it is characterized by being $A < B$ so that one of the concrete configuration of the of drawing 1 may be shown.

[0028] In the above-mentioned configuration, the sum of A and B becomes odd number.

[0029] The configuration of other invention is equipment which irradiates a linear laser light, and is characterized by the number of the homogenizers which control the exposure energy density in the cross direction of a linear laser light differing from the number of the homogenizers which control the exposure energy density in the longitudinal direction of a linear laser light.

[0030] The configuration of other invention is equipment which irradiates a linear laser light, and is characterized by the total of a homogenizer being odd pieces.

[0031]

[Example]

[Example 1] The outline of the laser radiation equipment of this example is shown in drawing 1 . In drawing 1 , the laser light oscillated from the oscillator 101 is first fabricated according to the optical system which consists of a lens 102 and a lens 103 by laser light with distribution of the predetermined shape of beam and predetermined energy density.

[0032] And as for this laser light, distribution of the energy density in that beam is amended by three homogenizers 11, 12, and 13.

[0033] The homogenizer 11 is bearing the role which amends energy density in a beam in the cross direction of the laser beam finally fabricated by the line. However, a line -- since the dimension of the cross direction of a laser beam is about several mm, the role which this homogenizer 604 plays is not so big.

[0034] If it puts in another way, a setup or adjustment of a homogenizer 11 of an optical parameter are not so delicate.

[0035] Homogenizers 12 and 13 are bearing the role which amends energy density in a beam in the longitudinal direction of the laser beam finally fabricated by the line.

[0036] Since a laser beam is extended by the longitudinal direction 10cm or more, it is necessary to perform carefully a setup of the optical parameter of these homogenizers 12 and 13.

[0037] Here, in order to equalize more distribution of the exposure energy density in the longitudinal direction of a laser beam, two homogenizers which control distribution of the exposure energy density in the longitudinal direction of a laser beam so that it is shown by 12 and 13 are arranged.

[0038] The lens indicated to be 106 by 107 and 109 is bearing the role which fabricates a laser beam to a line. That is, lenses 106 and 109 function in order to narrow a laser beam crosswise. Moreover, a lens 107 functions in order to extend a laser beam in the shape of straight side in collaboration with two homogenizers 12 and 13.

[0039] In the configuration shown in drawing 1, the exposure energy density in the longitudinal direction of the laser beam fabricated by the line is controlled by two homogenizers, 12 and 13.

[0040] Thus, by using two homogenizers, distribution of the exposure energy density in the longitudinal direction of a linear laser light can be equalized more. And the annealing effectiveness by the exposure of a linear laser light can be made uniform. In addition, the number of homogenizers may be increased further if needed.

[0041] Moreover, the homogeneity which arranges and needs one homogenizer in the cross direction of a linear laser beam such homogeneity is not demanded has been acquired.

[0042] [Example 2] Although this example has the same optical system fundamentally with the optical system shown in drawing 1, it is an example of a configuration of that setup of various optical parameters differs for a while.

[0043] The configuration of this example is shown in drawing 2. In the configuration shown in drawing 2, it differs from the case where the physical relationship of homogenizers 12 and 13 shows drawing 1. In this case, in the case of drawing 1, according to modification of the physical relationship of homogenizers 12 and 13, it is necessary to also change - setup of the optical parameter of each lens.

[0044] Also in the configuration shown in drawing 2, equalization of the exposure energy density in the longitudinal direction of a linear laser beam can be measured more.

[0045] [Example 3] This example shows the process which produces a thin film transistor using invention indicated on these specifications. The production process of the thin film transistor shown in drawing 3 at this example is shown.

[0046] First, the oxidation silicon film or the oxidation silicon nitride film 402 is formed in thickness of 3000Å by the sputter or the plasma-CVD method as substrate film on the glass substrate shown by 401.

[0047] Next, the amorphous silicon film 403 is formed in thickness of 500Å with a plasma-CVD method or a reduced pressure heat CVD method. When the crystallinity of the crystalline silicon film obtained in the precision of membrane quality or the back is considered, it is desirable to use a reduced pressure heat CVD method as a membrane formation means of this amorphous silicon film 403.

[0048] In order to heighten the annealing effectiveness by the exposure of laser light, as for the thickness of the amorphous silicon film 403, considering as 500Å or less is preferably desirable 1000Å or less. In addition, the minimum of the thickness of the amorphous silicon film 403 is about 200Å.

[0049] Next, the metallic element which promotes crystallization of silicon is introduced. Here, nickel is used as a metallic element which promotes crystallization of this silicon. In addition to nickel, Fe, Co, Cu, Pd, Pt, Au, etc. can be used.

[0050] Here, nickel element is introduced using a nickel acetate solution. The nickel acetate solution adjusted to predetermined nickel concentration (here 10 ppm (weight conversion)) concrete first is dropped at the front face of the amorphous silicon film 403. The water screen 404 of a nickel acetate solution is formed in this condition. (Drawing 3 (A))

[0051] Next, spin-dry is performed using the spin coater which is not illustrated, and an excessive solution is blown away. The crystalline silicon film 405 is obtained by performing 550 more degrees C and heat-treatment of 4 hours. (Drawing 3 (B))

[0052] If the crystalline silicon film 405 is obtained, laser light will be irradiated next. By irradiating this laser light, that crystallinity improves further. Here, this laser annealing is performed by irradiating scanning to a line the KrF excimer laser by which beam processing was carried out. Here, laser light is irradiated using the equipment shown in

~~drawing 1~~. That is, the front face of the crystalline silicon film 405 is irradiated, scanning a linear laser light crosswise [the].

[0053] By giving laser annealing shown in drawing 3 (C), the crystalline silicon film 406 with which crystallinity was raised further is obtained.

[0054] Next, patterning is performed and the field 406 used as the barrier layer of a thin film transistor is formed. (Drawing 3 (D))

[0055] The oxidation silicon film 407 which furthermore covers a barrier layer 406 and functions as gate dielectric film is formed. Here, the oxidation silicon film of 1000Å thickness is formed by the plasma-CVD method as gate dielectric film 407.

[0056] Next, the aluminum film which is not illustrated for constituting a gate electrode is formed in thickness of 5000Å. It is a scandium in order to control that a hillock and a whisker occur at a next process in this aluminum film 0.1 Weight % content of is done.

[0057] a hillock and a whisker are formed of abnormality growth of aluminum -- it is the thing of the projection of the shape of needlelike or a prickle.

[0058] Next, the resist mask which is not illustrated is arranged and patterning of the aluminum film which is not illustrated using this mask is carried out. In this way, the pattern for constituting the gate electrode 408 is formed. If the pattern for constituting a gate electrode is formed, an oxide film on anode will be formed in the condition of having arranged the resist mask which the point does not illustrate.

[0059] Here, the water solution which contained 3% of show acid as an electrolyte is used. That is, an oxide film on anode is formed in the front face on which the pattern of the aluminum film which is not illustrated in this water solution was made into the anode plate, and the pattern of a sink and the aluminum film exposed the current to inter-electrode by using platinum as cathode.

[0060] The oxide film on anode 409 formed at this process has the shape of porosity (the shape of porous one). Moreover, since the resist mask which is not illustrated exists, as shown to the side face of a pattern in 409, this porous oxide film on anode is formed here.

[0061] The thickness of this porous oxide film on anode may be 3000Å. An offset gate field can be formed as the thickness of this porous oxide film on anode is also.

[0062] Next, the resist mask which is not illustrated is removed and anodic oxidation for the second time is performed. In this process, what neutralized the ethylene glycol solution containing 3% of tartaric acid with ammonia is used as an electrolyte.

[0063] The oxide film on anode formed at this process has precise membraneous quality. By adjusting applied voltage in this process, the precise oxide film on anode 410 of 500Å thickness is formed.

[0064] Here, since an electric-field solution trespasses upon the interior of the porous oxide film on anode 409, the oxide film on anode which has precise membraneous quality in the condition of touching the gate electrode 408 as shown in 410 is formed.

[0065] When thickness of an oxide film on anode 410 which has this precise membraneous quality is thickened, the part of that thickness will contribute an offset gate field to formation behind. However, since the thickness is thin here, contribution which faces formation of an offset gate field is disregarded.

[0066] In this way, the condition which shows in drawing 3 (D) is acquired. If the condition which shows in drawing 3 (D) is acquired, the impurity ion for constituting the source and a drain field will be poured in. Here, in order to produce the thin film transistor of an N channel mold, P (Lynn) ion is poured in. (Drawing 3 (E))

[0067] Impurity ion is poured into the field of 411 and 415 when impurity ion is poured in in the state of drawing 3 (E). Moreover, the field of 412 and 414 turns into a field which impregnation of impurity ion is not carried out and does not receive the electric field effect from the gate electrode 408. This field of 412 and 414 functions as an offset gate field.

[0068] And the field shown by 413 turns into a channel formation field. Thus, the condition which shows in drawing 3 (E) is acquired.

[0069] If impregnation of the above-mentioned impurity ion is completed, laser light will be irradiated and the field where impurity ion was poured in will be activated. The exposure of this laser light is also performed to drawing 1 using the laser radiation equipment which has that optical system.

[0070] If the condition which shows in drawing 3 (E) is acquired, an interlayer insulation film 416 will be formed in the oxidation silicon film, a silicon nitride film and an oxidation silicon nitride film, and a pan as an interlayer insulation film as those cascade screens are also.

[0071] And a contact hole is formed and formation of the source electrode 417 and the drain electrode 418 is

~~performed. Thus, the thin film transistor shown in drawing 3 (F) is completed.~~

[0072]

[Effect of the Invention] By using invention indicated on these specifications, the technique irradiated to a large area as it is also at high homogeneity about laser light can be offered. Moreover, homogeneous high annealing can be performed to the semi-conductor film which has a large area. Especially this effectiveness can be acquired for an expensive homogenizer by minimum use.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-234579

(43) 公開日 平成9年(1997)9月9日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 K 26/06			B 2 3 K 26/06	E
H 0 1 S 3/13			H 0 1 S 3/13	

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-69394

(22) 出願日 平成8年(1996)2月28日

(71) 出願人 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所

神奈川県厚木市長谷398番地

(72) 発明者 山崎 舜平

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 田中 幸一郎

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 寺本 聡

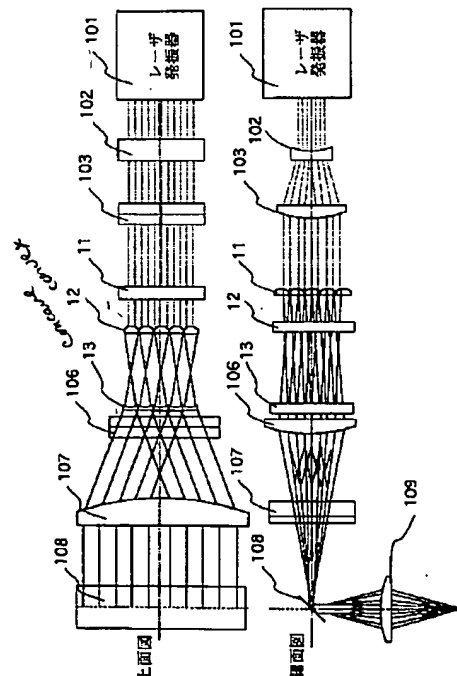
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
導体エネルギー研究所内

(54) 【発明の名称】 レーザー照射装置

(57) 【要約】

【目的】 線状のレーザー光を用いて、大面積の半導体膜に対するアニールの均一性を高める。

【構成】 線状に加工されて被照射面に照射されるレーザー光の長手方向における照射エネルギー密度を制御するホジナイザーを12及び13で示されるように2つ配置する。また、線状のレーザー光の幅方向における照射エネルギー密度を制御するホジナイザーは11で示されるように1つとする。このようにすることで、レーザーアニールの均一性を最低限のホジナイザーでもって得ることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】線状のレーザー光を照射する装置であつて、
線状のレーザー光の幅方向に対応するホモジナイザーがA個配置されており、
線状のレーザー光の長手方向に対応するホモジナイザーがB個配置されており、
A<Bであることを特徴とするレーザー照射装置。

【請求項2】請求項1において、A+Bは奇数であることを特徴とするレーザー照射装置。

【請求項3】線状のレーザー光を照射する装置であつて、
線状のレーザー光の幅方向における照射エネルギー密度を制御するホモジナイザーの数と、線状のレーザー光の長手方向における照射エネルギー密度を制御するホモジナイザーの数とが異なることを特徴とするレーザー照射装置。

【請求項4】線状のレーザー光を照射する装置であつて、
ホモジナイザーの総数が奇数個であることを特徴とするレーザー照射装置。

【請求項5】請求項4において、
線状のレーザー光の長手方向における照射エネルギー密度を制御するホモジナイザーの数が、線状のレーザー光の幅方向における照射エネルギー密度を制御するホモジナイザーの数より多いことを特徴とするレーザー照射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本明細書で開示する発明は、照射面内の均一性を高めたレーザー光の照射装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ガラス基板上に結晶性珪素膜を成膜し、この結晶性珪素膜を利用して薄膜トランジスタを構成する技術が知られている。

【0003】結晶性珪素膜を得る方法としては、まず非晶質珪素膜をプラズマCVD法等でもって成膜し、さらにこの非晶質珪素膜に対してレーザー光を照射し、結晶性珪素膜に変成する技術が知られている。

【0004】またこのレーザー光の照射によるアニール方法は、自己整合的に形成された薄膜トランジスタのソース及びドレイン領域に対するアニールにおいても利用されている。

【0005】レーザー光の照射による方法は、高い結晶性を得ることができる技術であるが、大面積の処理を行うことは不利であるという問題がある。

【0006】しかし、一方で大面積を有するアクティブマトリクス型の液晶表示装置を作製する場合には上記のレーザー光を利用する方法以外に有効な手段がないのが

現状である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】本明細書で開示する発明は、大面積に対して高い均一性でレーザー光を照射することができる技術を提供することを課題とする。また、このようなレーザー光を用いて大面積を有する結晶性珪素膜を得る技術を提供することを課題とする。

【0009】また、大面積を有する基板上に形成される半導体装置に対するレーザー光の照射による各種アニールを高い均一性でもって行うことができる技術を提供することを課題とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明者らの研究によれば、大面積を有する珪素膜のアニールの方法として以下の方法が有効であることが明らかになっている。この方法は、レーザー光を数mmの幅で長さが数十cmの線状に光学的にビーム加工し、この線状のレーザー光をその幅方向に走査しながら照射する方法である。

【0011】この方法によれば、1回の走査で大面積に対するレーザー光の照射を行うことができる。この方法は、従来における数cm角のスポットを順次走査しながら照射する方法に比較して、作業効率や照射効果の均一性の点で優れている。

【0012】しかしながら、線状のレーザービームの長手方向におけるレーザー照射密度の不均一性が顕著になりやすいという問題がある。

【0013】これは、線状ビームの長手方向へは、発振装置から発振された数cm幅のレーザービームを数十cmまで光学系で拡大することに原因があると考えられる。

【0014】一方、線状ビームの幅方向においては、数cm幅のレーザービームを数mmまで絞込み込むことになるため、その幅方向の不均一性は特に問題とならない。

【0015】この線状のレーザービームを照射するための装置の概要を図4に示す。図4には、KrFエキシマレーザーを発振する発振装置101、レーザー発振装置101から発振されたレーザー光を所定のレーザービームに光学的に加工するためのレンズ系102と103が示されている。

【0016】また、この102と103からなるレンズ系からのレーザービームは、エネルギー密度分布を均一化させるホモジナイザー81と82に入射する。

【0017】さらにこの2つのホモジナイザー81と82からのレーザービームは、最終的に線状に加工されるレーザー光の幅方向にビームを収束させるためのレンズ106に入射する。

【0018】またレーザービームは、レンズ107によって線状のレーザー光の長手方向に拡大される。図では、元のビームに比較してそれ程大きく拡大されたよう

には記載されていないが、実際には、数cmの寸法を有するレーザービームが数十cmに拡大される。

【0019】さらにレーザービームはミラー108で反射され、さらにレンズ109で収束されて線状のレーザー光として被照射面100に照射される。

【0020】このような構成において、照射されるレーザービームの照射エネルギー密度の分布を制御するのは、ホジナイザー80と81である。

【0021】ホジナイザー80は、線状のレーザービームの幅方向における照射エネルギー密度の分布を制御する機能を有している。また、ホジナイザー81は、線状のレーザービームの長手方向における照射エネルギー密度の分布を制御する機能を有している。

【0022】このような構成は、基本的に正方形や円形のレーザービームを形成する場合のものである。即ち、最終的に照射されるレーザービームにおいて、直交する軸方向におけるビームパターンの成分がそれほど違いがない場合において有効な構成である。このような構成の公知例としては、米国特許公報第4,733,944号公報に記載された構成が知られている。この米国特許公報に記載された構成も直交する軸方向におけるビームパターンが対称な場合の例である。

【0023】しかし、線状のレーザービームを照射する場合、その長手方向と幅方向では、ビームの断面形状が著しく異なる。従って、ビームの長手方向と幅方向では、求められる照射エネルギー密度の分布制御の状態は異なるものとなる。

【0024】即ち、線状のレーザー光の幅方向における照射エネルギー密度のバラツキは、その幅が狭いことからほとんど問題とならない。しかし一方で線状のレーザー光の長手方向における照射エネルギー密度の分布は、その寸法が大きく引き延ばされることで大きな問題となる。つまり、必要とされる照射エネルギー密度分布の制御手段は、それぞれの方向で異なるものとなる。

【0025】本明細書で開示する発明は、上記の知見に基づいて行われたものである。本明細書で開示する発明の基本的な構成は、線状のレーザー光の長手方向における照射エネルギー密度の分布を制御するホジナイザーの数を線状のレーザー光の幅方向における照射エネルギー密度をの分布を制御するモノジナイザーの数に比較して多くすることを特徴とする。

【0026】このようにすることにより、高価なホジナイザーを有効に利用して必要とするアニールの均一性を得ることができるレーザー照射装置を得ることができる。

【0027】本明細書で開示する発明の一つは、図1のその具体的な構成の一つを示すように、線状のレーザー光を照射する装置であって、線状のレーザー光の幅方向に対応するホジナイザー11がA=1個配置されており、線状のレーザー光の長手方向に対応するホジナイ

ザー12と13がB=2個配置されており、 $A < B$ であることを特徴とする。

【0028】上記の構成においては、AとBの和は奇数になる。

【0029】他の発明の構成は、線状のレーザー光を照射する装置であって、線状のレーザー光の幅方向における照射エネルギー密度を制御するホジナイザーの数と、線状のレーザー光の長手方向における照射エネルギー密度を制御するホジナイザーの数とが異なることを特徴とする。

【0030】他の発明の構成は、線状のレーザー光を照射する装置であって、ホジナイザーの総数が奇数個であることを特徴とする。

【0031】

【実施例】

〔実施例1〕図1に本実施例のレーザー照射装置の概要を示す。図1において、発振器101から発振されたレーザー光は、レンズ102とレンズ103で構成される光学系によって、所定のビーム形状と所定のエネルギー密度の分布を有したレーザー光にまず成形される。

【0032】そしてこのレーザー光は3つのホジナイザー11、12、13によってそのビーム内エネルギー密度の分布が補正される。

【0033】ホジナイザー11は、最終的に線状に成形されるレーザービームの幅方向におけるビーム内エネルギー密度の補正を行なう役割を担っている。しかし、線状レーザービームの幅方向の寸法は、数mm程度であるので、このホジナイザー604が果たす役割はそう大きなものではない。

【0034】換言すれば、ホジナイザー11の光学パラメータの設定や調整はそれ程微妙なものではない。

【0035】ホジナイザー12と13は、最終的に線状に成形されるレーザービームの長手方向におけるビーム内エネルギー密度の補正を行なう役割を担っている。

【0036】レーザービームは、長手方向に10cm以上も引き延ばされるので、このホジナイザー12と13の光学パラメータの設定は慎重に行なう必要がある。

【0037】ここでは、レーザービームの長手方向における照射エネルギー密度の分布をより均一化するために12と13で示されるようにレーザービームの長手方向における照射エネルギー密度の分布を制御するホジナイザーを2つ配置する。

【0038】106と107と109で示されるレンズは、レーザービームを線状に成形する役割を担っている。即ち、レンズ106と109とはレーザービームを幅方向に狭めるために機能する。また、レンズ107は2つのホジナイザー12及び13と共同してレーザービームを長手状に引き延ばすために機能する。

【0039】図1に示す構成においては、線状に成形されたレーザービームの長手方向における照射エネルギー

密度の制御を12及び13の2つのホモジナイザーによって行っている。

【0040】このように2つのホモジナイザーを利用することにより、線状のレーザー光の長手方向における照射エネルギー密度の分布をより均一化することができる。そして、線状のレーザー光の照射によるアニール効果を均一なものとするができる。なおホモジナイザーの数は必要に応じてさらに増やしてもよい。

【0041】また、それ程の均一性が要求されない線状のレーザービームの幅方向においては一つのホモジナイザーを配置し、必要とする均一性を得ている。

【0042】〔実施例2〕本実施例は、図1に示す光学系と基本的に同じ光学系を有するが、各種光学パラメータの設定が少し異なる構成の例である。

【0043】図2に本実施例の構成を示す。図2に示す構成においては、ホモジナイザー12と13の位置関係が図1に示す場合と異なっている。この場合、ホモジナイザー12と13の位置関係の変更に従って、各レンズの光学パラメーターの一設定も図1の場合とは変更する必要がある。

【0044】図2に示す構成においても線状のレーザービームの長手方向における照射エネルギー密度の均一化をより計ることができる。

【0045】〔実施例3〕本実施例では、本明細書に開示する発明を利用して薄膜トランジスタを作製する工程を示す。図3に本実施例に示す薄膜トランジスタの作製工程を示す。

【0046】まず、401で示されるガラス基板上に下地膜として酸化珪素膜または酸化窒化珪素膜402をスパッタ法またはプラズマCVD法により、3000Åの厚さに成膜する。

【0047】次に非晶質珪素膜403をプラズマCVD法または減圧熱CVD法で500Åの厚さに成膜する。膜質の緻密さや後に得られる結晶性珪素膜の結晶性を考えた場合、この非晶質珪素膜403の成膜手段として減圧熱CVD法を用いることが好ましい。

【0048】レーザー光の照射によるアニール効果を高めるために、非晶質珪素膜403の膜厚は、1000Å以下、好ましくは500Å以下とすることが好ましい。なお非晶質珪素膜403の膜厚の下限は、200Å程度である。

【0049】次に珪素の結晶化を助長する金属元素の導入を行なう。ここでは、この珪素の結晶化を助長する金属元素としてNiを利用する。Ni以外には、Fe、Co、Cu、Pd、Pt、Au等を利用することができる。

【0050】ここでは、ニッケル酢酸塩溶液を用いてNi元素の導入を行なう。具体的には、まず所定のNi濃度（ここでは10ppm（重量換算））に調整したニッケル酢酸塩溶液を非晶質珪素膜403の表面に滴下す

る。この状態でニッケル酢酸塩溶液の水膜404が形成される。（図3（A））

【0051】次に図示しないスピンドラーを用いてスピンドライを行い、余分な溶液を吹き飛ばす。さらに550℃、4時間の加熱処理を行なうことにより、結晶性珪素膜405を得る。（図3（B））

【0052】結晶性珪素膜405を得たら、次にレーザー光の照射を行う。このレーザー光の照射を行うことで、さらにその結晶性が向上される。ここでは、線状にビーム加工されたKrFエキシマレーザーを走査しながら照射することにより、このレーザーアニールを行なう。ここでは、図1に示す装置を用いて、レーザー光の照射を行う。即ち、線状のレーザー光をその幅方向に走査しながら結晶性珪素膜405の表面に照射する。

【0053】図3（C）に示すレーザーアニールを施すことによって、さらに結晶性の高められた結晶性珪素膜406を得る。

【0054】次にパターニングを行い、薄膜トランジスタの活性層となる領域406を形成する。（図3（D））

【0055】さらに活性層406を覆ってゲイト絶縁膜として機能する酸化珪素膜407を形成する。ここではゲイト絶縁膜407として、プラズマCVD法によって1000Å厚の酸化珪素膜を成膜する。

【0056】次にゲイト電極を構成するための図示しないアルミニウム膜を5000Åの厚さに成膜する。このアルミニウム膜中には、後の工程にヒロックやウィスカが発生してしまうことを抑制するためにスカンジウムを0.1重量%含有させる。

【0057】ヒロックやウィスカというのは、アルミニウムの異常成長によって形成される針状あるいは刺状の突起物のことである。

【0058】次に図示しないレジストマスクを配置し、このマスクを用いて図示しないアルミニウム膜をパターニングする。こうして、ゲイト電極408を構成するためのパターンを形成する。ゲイト電極を構成するためのパターンを形成したら、先の図示しないレジストマスクを配置した状態で陽極酸化膜の形成を行なう。

【0059】ここでは、電解溶液として3%のショウ酸を含んだ水溶液を用いる。即ち、この水溶液中において、図示しないアルミニウム膜のパターンを陽極とし、白金を陰極として電極間に電流を流し、アルミニウム膜のパターンの露呈した表面に陽極酸化膜を形成する。

【0060】この工程で形成される陽極酸化膜409は、多孔質状（ボラス状）を有している。またここでは、図示しないレジストマスクが存在するためにパターンの側面に409で示されるようにこの多孔質状の陽極酸化膜が形成される。

【0061】この多孔質状の陽極酸化膜の膜厚は、3000Åとする。この多孔質状の陽極酸化膜の膜厚でもつ

てオフセットゲイト領域を形成することができる。

【0062】次に図示しないレジストマスクを除去し、再度の陽極酸化を行なう。この工程においては、3%の酒石酸を含んだエチレングリコール溶液をアンモニアで中和したものを電解溶液として用いる。

【0063】この工程で形成される陽極酸化膜は、緻密な膜質を有している。この工程においては印加電圧を調整することにより、500Å厚の緻密な陽極酸化膜410を形成する。

【0064】ここでは、多孔質状の陽極酸化膜409の内部に電界溶液が侵入するので、410で示されるようにゲイト電極408に接する状態で緻密な膜質を有する陽極酸化膜が形成される。

【0065】この緻密な膜質を有する陽極酸化膜410の膜厚を厚くすると、その厚さの分が後にオフセットゲイト領域を形成に寄与することになる。しかし、ここではその厚さが薄いので、オフセットゲイト領域の形成に際する寄与は無視する。

【0066】こうして、図3(D)に示す状態を得る。図3(D)に示す状態を得たら、ソース及びドレイン領域を構成するための不純物イオンの注入を行なう。ここでは、Nチャネル型の薄膜トランジスタを作製するためにP(リン)イオンの注入を行なう。(図3(E))

【0067】図3(E)の状態の不純物イオンの注入を行なうと、411と415の領域に不純物イオンが注入される。また412と414の領域は不純物イオンの注入がされず、かつゲイト電極408からの電界効果を受けない領域となる。この412と414の領域がオフセットゲイト領域として機能する。

【0068】そして413で示される領域がチャネル形成領域となる。このようにして、図3(E)に示す状態を得る。

【0069】上記不純物イオンの注入が終了したら、レーザー光の照射を行い、不純物イオンの注入された領域の活性化を行なう。このレーザー光の照射も図1にその光学系を有するレーザー照射装置を用いて行う。

【0070】図3(E)に示す状態を得たら、層間絶縁膜として、酸化珪素膜や窒化珪素膜、また酸化窒化珪素膜、さらにはそれらの積層膜をもって層間絶縁膜416を形成する。

【0071】そしてコンタクトホール形成を行い、ソース電極417とドレイン電極418の形成を行なう。このようにして図3(F)に示す薄膜トランジスタを完成させる。

【0072】

【発明の効果】本明細書に開示する発明を利用することにより、レーザー光を高い均一性でもって大面積に対して照射する技術を提供することができる。また、大面積を有する半導体膜に対して、均一性の高いアニールを行うことができる。特にこの効果を高価なホモジナイザーを最低限の利用で得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 レーザー光の照射装置の概要を示す図。

【図2】 レーザー光の照射装置の概要を示す図。

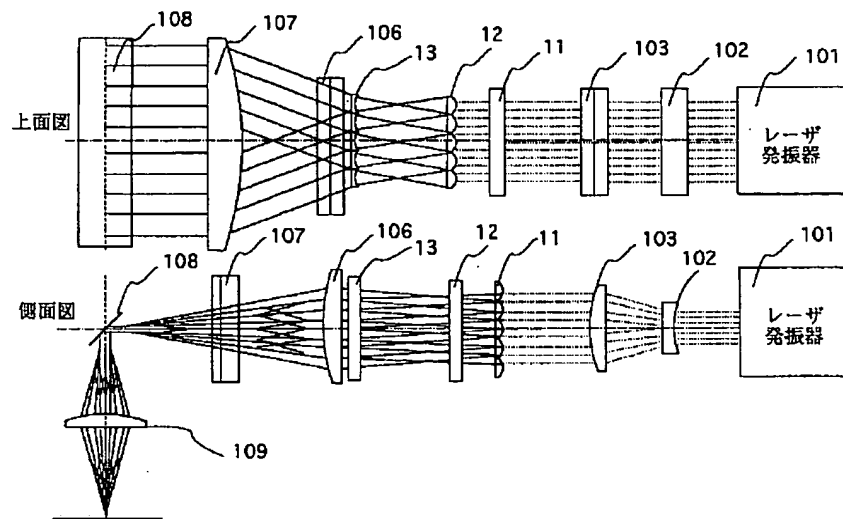
【図3】 薄膜トランジスタの作製工程を示す図。

【図4】 線状のレーザー光を照射する装置の概要を示す図。

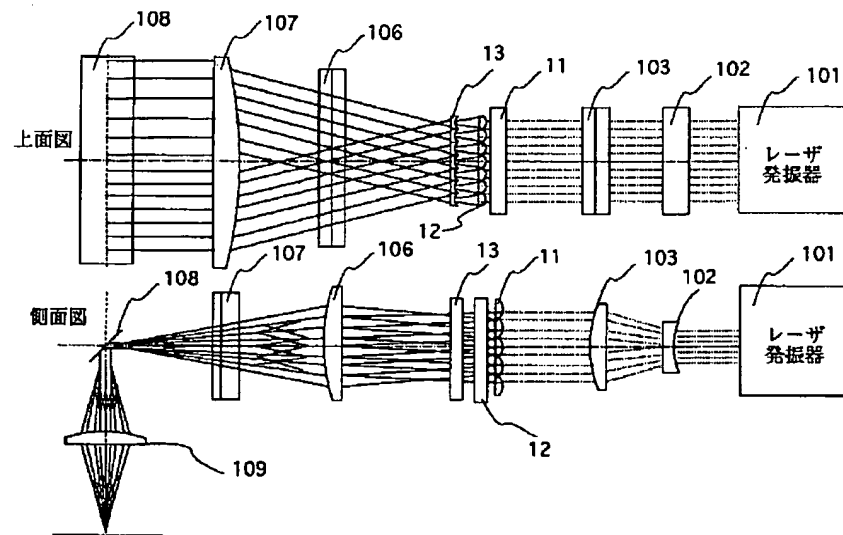
【符号の説明】

101	レーザー発振器
102	レンズ
103	レンズ
11、12、13	ホモジナイザー
106	レンズ
107	レンズ
108	ミラー
109	レンズ
100	被照射面
80	ホモジナイザー
81	ホモジナイザー
401	ガラス基板
402	下地膜(酸化珪素膜)
403	非晶質珪素膜
404	ニッケル酢酸塩溶液の水膜
405	結晶性珪素膜
406	薄膜トランジスタの活性層
407	ゲイト絶縁膜(酸化珪素膜)
408	ゲイト電極
409	多孔質状の陽極酸化膜
410	緻密な膜質を有する陽極酸化膜
411	ソース領域
412	オフセットゲイト領域
413	チャネル形成領域
414	オフセットゲイト領域
415	ドレイン領域
416	層間絶縁膜
417	ソース電極
418	ドレイン電極

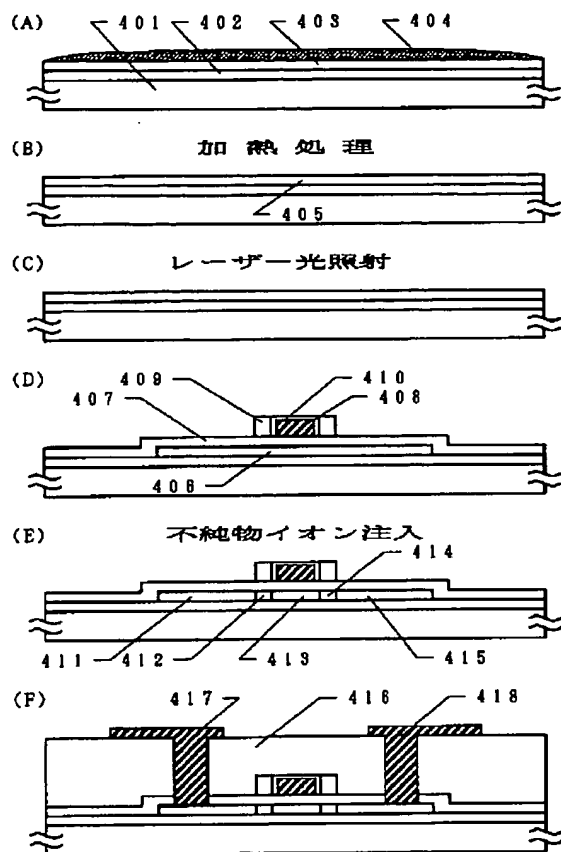
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

